

DRY ETCHING METHOD OF SILICON OXIDE FILM

Patent Number: JP5144779
Publication date: 1993-06-11
Inventor(s): NISHIO MIKIO; others: 01
Applicant(s):: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
Requested Patent: ☐ JP5144779
Application Number: JP19910305187 19911121
Priority Number(s):
IPC Classification: H01L21/302
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To reduce a foreign matter sticking to a substrate, by etching a silicon oxide film to a desired depth using CF gas, C, F, H gas, and a gas including halogen other than F and then etching the remaining silicon oxide film using only the C, F, H gas.

CONSTITUTION: A substrate is introduced into a dry etching apparatus. Using C, F, H gas, an additive gas for controlling an etching shape, and including halogen other than F, these mixed gas is fed into a chamber through a gas inlet tube 24. Then, a plasma is generated and a silicon oxide film 12 is etched with the film 12 being left a little. Next, the mixed gas made only of CHF₃, CF₄ and Ar is fed as the C, F, H gas, and then the plasma is generated. The silicon oxide film 12 is etched and the silicon oxide film 12 at the opening of a resist 13 is etched. Foreign matters generated during the etching can be reduced through such two steps etching.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

TOP

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-144779

(43) 公開日 平成5年(1993)6月11日

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 7353-4M

N 7353-4M

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-305187

(22) 出願日 平成3年(1991)11月21日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 西尾 幹夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 久保田 正文

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

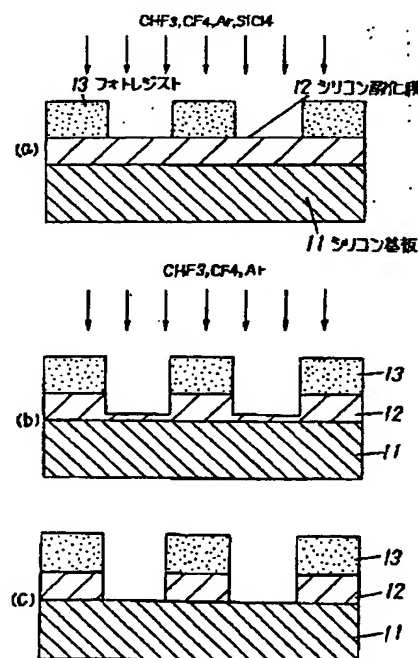
(54) 【発明の名称】 シリコン酸化膜のドライエッチング方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 反応生成物の堆積膜がチャンパー内壁などに堆積し、異物発生の原因になっているという欠点を排除するシリコン酸化膜のドライエッチング方法を提供する。

【構成】 少なくとも、通常シリコン酸化膜のドライエッチングで用いられるC、F系ガスまたはC、F、H系ガスと、F以外のハロゲンを含むガスの混合ガスを用いて、プラズマを生成してシリコン酸化膜を所望量までエッチングする工程と、前記C、F系ガスまたはC、F、H系ガスのみを用いて残りのシリコン酸化膜をエッチングする工程よりなり、デガ膜の膜質を改善することで、エッチング中に発生する異物を低減する。

【効果】 シリコン酸化膜のドライエッチングにおいて、エッチング時に基板に付着する異物を低減できるため、本方法を用いてシリコン酸化膜をエッチングすることで、製造する半導体装置の歩留り向上が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、通常シリコン酸化膜のドライエッチングで用いられるC、F系ガスまたはC、F、H系ガスと、F以外のハロゲンを含むガスの混合ガスを用いて、プラズマを生成してシリコン酸化膜を所望量までエッチングする工程と、前記C、F系ガスまたはC、F、H系ガスを用いて残りのシリコン酸化膜をエッチングする工程を備えてなるシリコン酸化膜のドライエッチング方法。

【請求項2】 ドライエッチングにおいて、目的のシリコン酸化膜付き基板のエッチング前に、ダミー用の基板を用いて、Si系の堆積膜を形成することのできるガスを導入し、プラズマを発生させることにより前記ガスを分解してチャンパー内壁に堆積膜を形成する工程と、目的のシリコン酸化膜付き基板を、少なくともC、F系ガスまたはC、F、H系ガスを導入し、プラズマを発生させてシリコン酸化膜をエッチングする工程を備えてなるシリコン酸化膜のドライエッチング方法。

【請求項3】 ドライエッチングにおいて、目的のシリコン酸化膜付き基板のエッチング前に、ダミー用のシリコン基板を用いて、F以外のハロゲンを含むガスを導入してプラズマを発生させることにより、前記ダミー用のシリコン基板をエッチングして、そのエッチング副生成物によりチャンパー内壁に堆積膜を作る工程と、目的のシリコン酸化膜付き基板を、少なくともC、F系ガスまたはC、F、H系ガスを導入し、プラズマを発生させてシリコン酸化膜をエッチングする工程を備えてなるシリコン酸化膜のドライエッチング方法。

【請求項4】 ドライエッチングにおいて、目的のシリコン酸化膜付き基板のエッチング前に、ダミー用のシリコン基板を用いて、F以外のハロゲンを含むガスとO₂ガスとの混合ガスを導入し、プラズマを発生させることにより、前記ダミー用のシリコン基板をエッチングして、そのエッチング副生成物によりチャンパー内壁に堆積膜を作る工程と、目的のシリコン酸化膜付き基板を、少なくともC、F系ガスまたはC、F、H系ガスを導入し、プラズマを発生させてシリコン酸化膜をエッチングする工程を備えてなるシリコン酸化膜のドライエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体装置等の製造に用いられるシリコン酸化膜のドライエッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置などの製造工程において、異物（一般にダストやパーティクルと呼ばれている）が基板に付着すると、目的とする半導体素子のパターン欠陥（例えば、LSIにおける各単体素子間の配線が短絡することにより本来の機能を発しなくなるなど）を招き、

製造工程における歩留りを低下させる原因となる。

【0003】 さらに、近年半導体素子などにおいては、微細化（線幅が1μm以下）や高密度化が推進されているため、問題となる異物の大きさも年々小さくなっていると共に、その数も極端に少なくすることが求められている。

【0004】 これに対し、シリコン酸化膜のドライエッチング装置では、一般に異方性エッチングや下地のSiなどとの選択性をだすために、エッチングガスとしてC、F系ガスまたはC、F、H系ガス（例えば、CHF₃、CF₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈、CH₂F₂など）およびHeやAr、O₂、N₂、H₂ガスなどの添加ガスを用いているため、エッチングガスがプラズマ中で分解や結合することや、シリコン酸化膜エッチングにより生成されるエッチング副生成物により、チャンパー内壁に堆積膜（C、F、Si、O、Hなどを含んだ薄膜。以後、デポ膜と称する。）が形成される。このデポ膜は、主にC、Fを多く含んでいるため、膜自体が弱く剥離し易いので、処理枚数が増しデポ膜の膜厚が厚くなると、部分的に剥離して基板に付着し、異物となる。

【0005】 従来、この異物の増加を防ぐために、デポ膜の量を極力低減することや、一定量のデポ膜が形成された段階で、O₂やSF₆やNF₃などのクリーニングガスによるプラズマを用いて除去（ドライクリーニング）したり、チャンパーを開放してアルコール類などを用いて拭き取って（ウェットクリーニング）いた。

【0006】 また、クリーニング後に、チャンパー材表面やチャンパー内壁に残留している粒子（異物）の剥離（飛来）によって、異物が基板に付着するのを抑えると共に、エッチング状態を安定化させるためダミーエッチング（ダミー用の基板を用いて、通常と同じエッチング処理を行い、チャンパー内にある程度のデポ膜を形成する）を行い、しかる後、目的のシリコン酸化膜付きの基板のエッチング（処理）を行って、安定した異物の少ないドライエッチングを行っていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述のシリコン酸化膜のドライエッチング方法では、以下に記す課題がある。

【0008】 (1) デポ膜によりチャンパー内の異物が基板に飛来することを抑制しているが、おもにエッチングガス成分であるC、F、Hで形成されるデポ膜は、脆いもしくは弱いため、チャンパー内壁に堆積したデポ膜は、エッチング中に剥がれやすく、異物抑制効果が小さい上、処理枚数が少ない時点でも微小領域の剥離が起こり、剥がれた膜自身が飛来して異物になる。

【0009】 (2) シリコン半導体プロセス中では、搬送系などによって接触する基板裏面などから発生するSiの異物が多いが、通常Cを含むガスを用いてSiとのエッチング選択性を高めているため、Siの異物を反応

3

的に除去することは困難である。

【0010】(3) シリコン酸化膜エッチング用のガスは通常F系のガスであり、F系ガスでは、チャンパーやチャンパー内部品に多く用いられているAlなどの金属系の異物を反応的に除去することは困難である。

【0011】本発明の目的は、上述したような従来の欠点を排除するシリコン酸化膜のドライエッチング方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記課題点を解決するために本発明の方法は、

1. 少なくとも、通常シリコン酸化膜のエッチングで用いられるC、F系ガスまたはC、F、H系ガスと、F以外のハロゲンを含むガスを用いて、プラズマを生成してシリコン酸化膜を所望量までエッチングする工程と、前記C、F系ガスまたはC、F、H系ガスのみを用いて残りのシリコン酸化膜をエッチングする工程により達成する。

【0013】2. ダミー用の基板を用いて、チャンパー内壁にSi系の堆積膜を形成することのできるガスを導入し、プラズマを発生させることにより前記ガスを分解して堆積膜を形成する工程と、目的のシリコン酸化膜付き基板を、少なくともC、F系ガスまたはC、F、H系ガスを導入し、プラズマを発生させてシリコン酸化膜をエッチングする工程により達成する。

【0014】3. ダミー用のシリコン基板を用いて、F以外のハロゲンを含むガスを導入してプラズマを発生させることにより、前記ダミー用のシリコン基板をエッチングして、そのエッチング副生成物によりチャンパー内壁に堆積膜を作る工程と、目的のシリコン酸化膜付き基板を、少なくともC、F系ガスまたはC、F、H系ガスを導入し、プラズマを発生させてシリコン酸化膜をエッチングする工程により達成する。

【0015】

【作用】本発明は上記した構成によって、チャンパー内壁に堆積するデポ膜の膜質を改善し、薄い膜でも異物抑制効果を高めることや、デポ膜が剥がれて異物になることを防ぐ。つまり、下地との選択比が必要でない初期のエッチングでは、F以外のハロゲンを含むガスを添加することでデポ膜のC、F成分を減らすことや、F以外のハロゲンによりSiと反応させシリコンハロゲン化合物(F以外の反応物は蒸気圧が低くチャンパー内壁に堆積しやすい)を形成することによりデポ膜の膜質を改善する。

【0016】また、F以外のハロゲンを含むガスを用いることにより、選択比を低下させてチャンパー内にあるSiを反応的に除去したり、F以外のハロゲンはAlなどの金属と反応しても蒸気圧が高いことを利用して異物低減を可能にする。

【0017】よって、上記の作用により、デポ膜による

4

異物や、チャンパー内に残る異物を低減することができ、シリコン酸化膜のエッチング中に発生(付着)する異物を低減するというものである。

【0018】

【実施例】以下、本発明のシリコン酸化膜のドライエッチング方法の実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0019】第1実施例

図1は、本発明の第1の実施例を説明するための基板の概略断面図である。図1において、11はシリコン基板、12はCVD等により形成されたシリコン酸化膜、13は所望の領域を開口したフォトリソグレイドである。図2は、本発明の第1の実施例を説明するための、通常よく用いられている平行平板型リアクティブイオンエッチング装置の概略断面図である。図2において、21はエッチングを行うチャンパー、22はカソード電極、23は基板を所定の位置に置くための基板案内、24はエッチングチャンパーにエッチングガスを導入するためのガス導入管、27はチャンパー内を一定真空度に保つ排気口である。

【0020】まず、図1(a)に示すような基板(例えば、シリコン酸化膜2の膜厚は1000nm)を、図2に示すようにドライエッチング装置内に導入し、C、F、H系ガスとしてCHF₃とCF₄を用い、エッチング形状制御のための添加ガスとしてArを用い、F以外のハロゲンを含むガスとしてSiCl₄を用いて、これらの混合ガスをガス導入管24よりチャンパーに導入の後、13、56MHzの高周波電源10によりカソード電極22に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、シリコン酸化膜12を図1(b)に示すように少し残した状態までエッチング(例えば、シリコン酸化膜12の初期膜厚の10%程度残す)する。この時、下地のシリコン基板11が露出していないのでエッチング選択性は必要なく、SiCl₄ガスを添加しているため、SiCl₄がプラズマ中で分解されSiのデポ膜が形成できるので、従来、異方性を達成するためのエッチング側壁保護膜形成をしていたCHF₃ガスとCF₄の流量は少なくても良い。よってチャンパー内壁に堆積するデポ膜質は、Siを多く含んだものとなり、剥がれにくい膜ができるため、エッチング中に発生する異物の増加を抑えることができる。

【0021】つぎに、C、F、H系ガスとして、CHF₃とCF₄とArのみの混合ガスを導入の後、プラズマを発生させ、シリコン酸化膜12を図1(c)までエッチングして、レジスト13の開口部のシリコン酸化膜12をエッチングする。この時、シリコン酸化膜12を完全にエッチングするためには、膜厚の均一性やエッチングの均一性等を考慮するためオーバーエッチングが必要であり、エッチング中に下地のシリコン基板11が露出してくるのでシリコン基板11をエッチングしないため

に、高いエッチング選択性が要求されるので、 SiCl_4 ガスを含まない混合ガス (CHF_3 と CF_4 と Ar) を用いる必要がある。しかし、シリコン酸化膜12膜厚の10%オーバーエッチングを行うとしても、 CHF_3 と CF_4 と Ar だけでのエッチングは全体の約20%だけで良く、エッチング中の異物増加は非常に少なくすることができる。

【0022】以上のように2段階のエッチングにより、従来の方法に比べ、シリコン酸化膜のドライエッチング中に発生する異物を1/2以下にすることが可能となる。

【0023】第2実施例

図3は、本発明の第2、第3、第4の実施例を説明するための、通常よく用いられている平行平板型リアクティブイオンエッチング装置の概略断面図である。図3において、31はエッチングを行うチャンパー、32はカソード電極、33は基板を所定の位置に置くための基板案内、34はエッチングチャンパーにエッチングガスを導入するためのガス導入管、37はチャンパー内を一定真空度に保つ排気口である。まず、図3(a)に示すように、ダミー用基板としてのダミー用シリコン基板38をドライエッチング装置内に導入し、チャンパー内壁にSi系の堆積膜を形成することのできるガスとして、 SiCl_4 ガスと O_2 ガスをガス導入管34よりチャンパー31内に導入し、13.56MHzの高周波電源10によりカソード電極32に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、ダミー用シリコン基板38をエッチングする。この時、 SiCl_4 はプラズマにより分解され、Clによりダミー用シリコン基板38のSiと反応してSi-Clやその重合物質を生成する。その反応生成物であるSi-Clは一部プラズマにより分解されたOと反応してSi-O系あるいはSi-Cl-O系などの物質を作る。一方、 SiCl_4 のプラズマによる分解でSiやSi-Clの重合物質ができる。以上の基板よりのSi系物質とガスの分解によるSi系物質は、蒸気圧が低くチャンパー内に堆積してデポ膜を形成する。このデポ膜により、異物発生を抑えることができる。しかる後、図3(b)に示すように、目的とするシリコン酸化膜付き基板(図1a)をドライエッチング装置内に導入し、C、F、H系ガスとして CHF_3 と CF_4 を、エッチング形状制御のための添加ガスとしてArを導入の後、高周波電力を印加してプラズマを発生させ、シリコン酸化膜付き基板のエッチングは、ダミーエッチングの量にもよるが、複数枚連続で処理を繰り返す。

【0024】以上のように、ダミー用シリコン基板を用いてSi系のデポ膜を形成した後、シリコン酸化膜のドライエッチングを行うことで、エッチング中に発生する異物を従来の1/2以下にすることが可能となる。

【0025】第3実施例

第2の実施例とほぼ同様にして、ダミー用シリコン基板38をドライエッチング装置内に導入し、F以外のハロゲンを含むガスとして、HBrガスを導入の後、カソード電極32に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、ダミー用シリコン基板38をエッチングする。この時の反応生成物であるSi-Br系の物質ができ、チャンパー内壁に異物発生を抑えるデポ膜が形成される。しかる後、図3(b)に示すように、目的とするシリコン酸化膜付き基板(図1a)をドライエッチング装置内に導入し、C、F、H系ガスとして CHF_3 と CF_4 を、エッチング形状制御のための添加ガスとしてArを導入の後、高周波電力を印加してプラズマを発生させ、シリコン酸化膜付き基板をエッチングする。シリコン酸化膜付き基板のエッチングは、ダミーエッチングの量にもよるが、複数枚連続で処理を繰り返す。

【0026】以上のように、ダミー用シリコン基板を用いてSi系のデポ膜を形成した後、シリコン酸化膜のドライエッチングを行うことで、エッチング中に発生する異物を従来の1/2以下にすることが可能となる。

【0027】第4実施例

第2の実施例とほぼ同様にして、ダミー用シリコン基板38をドライエッチング装置内に導入し、F以外のハロゲンを含むガスとしてのHBrガスと O_2 を導入の後、カソード電極32に高周波電力を印加してプラズマを発生させ、ダミー用シリコン基板38をエッチングする。この時、HBrはプラズマにより分解され、Brによりダミー用シリコン基板38のSiと反応してSi-Brやその重合物質を生成する。その反応生成物であるSi-Brは一部プラズマにより分解されたOと反応してSi-O系あるいはSi-Br-O系などの物質を作る。これらは、蒸気圧が低くチャンパー内に堆積してデポ膜を形成する。このデポ膜により、異物発生を抑えることができる。しかる後、図3(b)に示すように、目的とするシリコン酸化膜付き基板(図1a)をドライエッチング装置内に導入し、C、F、H系ガスとして CHF_3 と CF_4 を、エッチング形状制御のための添加ガスとしてArを導入の後、高周波電力を印加してプラズマを発生させ、シリコン酸化膜付き基板のエッチングは、ダミーエッチングの量にもよるが、複数枚連続で処理を繰り返す。

【0028】以上のように、ダミー用シリコン基板を用いてSi系のデポ膜を形成した後、シリコン酸化膜のドライエッチングを行うことで、エッチング中に発生する異物を従来の1/2以下にすることが可能となる。

【0029】以上、実施例の説明中では、C、F系ガスまたはC、F、H系ガスとして CHF_3 と CF_4 を用いて説明したが、これらは C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_{10} 、 CH_2F_2 などの単体あるいは混合ガスであってもよい。また、添加する添加ガスとしてArを用いて説明したが、これはHe、 O_2 、 N_2 、 H_2 ガスまたは

7

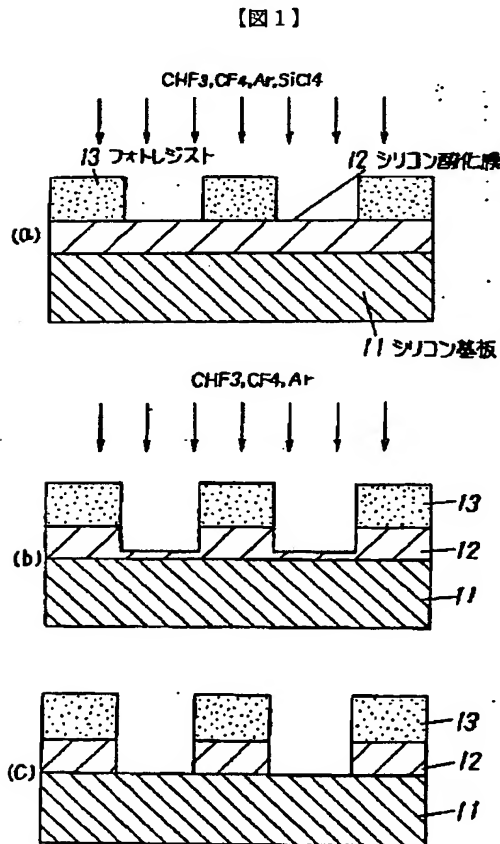
用いなくてもよい。また、チャンバー内にSi系の堆積膜を形成することのできるガスとして SiCl_4 と O_2 を用いて説明したが、これらは SiH_4 、 Cl_2 と NH_3 、 SiH_4 と N_2O などであってもよい。また、F以外のハロゲンを含むガスとして HBr を用いて説明したが、これは Br_2 、 Cl_2 、 HCl 、 HI などであっても良い。

【0030】

【発明の効果】以上、詳細に説明して明らかなように、本発明は、シリコン酸化膜基板のドライエッチング時に基板上に付着する異物を軽減できるため、本方法を用いてエッチングを行うことで、製造する半導体装置の歩留り向上が可能となり、実施するに多大な効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を説明するための基板の概略断面図である。



8

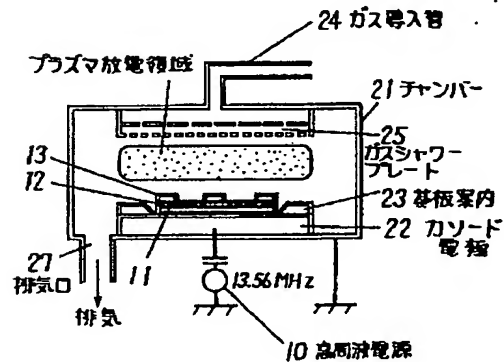
【図2】本発明の第1の実施例を説明するための平行平板型リアクティブイオンエッチング装置の概略断面図である。

【図3】本発明の実施例を説明するためのドライエッチング装置の概略断面図である。

【符号の説明】

- | | |
|--------|------------|
| 11 | シリコン基板 |
| 12 | シリコン酸化膜 |
| 13 | フォトリソ |
| 21, 31 | チャンバー |
| 22, 32 | カソード電極 |
| 23, 33 | 基板案内 |
| 24, 34 | ガス導入管 |
| 27, 37 | 排気口 |
| 38 | ダミー用シリコン基板 |

【図2】



【図3】

